

---

6. Суханов А. Д. Концепция фундаментализации высшего образования и ее отражение в ГОСах // Высшее образование в России. 1996. № 3. С. 17–23.

7. Тестов В. А. Фундаментальность образования: современные подходы // Педагогика. 2006. № 4. С. 3–9.

#### REFERENCES

1. Gurova L. L. Psihologija myshlenija. M.: PerSe, 2005. 136 s.

2. Leont'ev A. N. Myshlenie // Filosofskaja jenciklopedija. M.: Sovetskaja jenciklopedija, 1964. T. 3. S. 514–519.

3. Markov V. N., Puhov N. M. Fizicheskaja kartina mira: Ot natural'noj filosofii k sovremennoj fizike: Monografija. SPb.: Izd-vo RGPU im. A. I. Gercena, 2011. 222 s.

4. Merkulov I. P. Kognitivnaja jevoljucija. M.: Rossijskaja politicheskaja jenciklopedija, 1999. 310 s.

5. Puhov N. M., Markov V. N. Kosmos. Vakuum. Kvanty: Sovremennaja fizicheskaja kartina mira: Uchebnoe posobie. SPb.: Izd-vo RGPU im. A. I. Gercena, 2008. 304 s.

6. Suhanov A. D. Konceptija fundamentalizacii vysshego obrazovanija i ee otrazhenie v GOSah // Vysshee obrazovanie v Rossii. 1996. № 3. S. 17–23.

7. Testov V. A. Fundamental'nost' obrazovanija: sovremennye podhody // Pedagogika. 2006. № 4. S. 3–9.

*С. С. Прошкин*

### НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТАМ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

*Рассматриваются расхождения методологического и основополагающего характера в преподавании математики и физики в высших учебных заведениях.*

**Ключевые слова:** математика, физика, методология, преподавание.

*S. Proshkin*

### SOME PROBLEMS ARISE IN THE PROCESS OF TEACHING MATHEMATICS TO SCIENCE STUDENTS

*The article discusses the discrepancy between the methodological and the fundamental aspects of teaching mathematics and physics to university students.*

**Keywords:** mathematics, physics, methodology, teaching.

Образование — это то, что остается после того, когда забываешь все, чему учили в школе.

*А. Эйнштейн*

Уже более десяти лет в Российской Федерации продолжается радикальная «перманентная» реформа образования. Результатом этого стало то, что резко уменьшилось количество часов, выделяемых на преподавание естественнонаучных дисциплин (в том числе физики) даже в технических вузах. В то же время требования, предъявляемые Министерством образования к рабочим программам последнего поколения, диктуют значительное

---

расширение объема фактического материала, преподаваемого в рамках курса общей физики, который должен освещать самые последние достижения современной физики. Между тем в результате информационной революции последнего десятилетия мы подошли к такому рубежу, когда объем доступной информации стал столь большим, что уже не может быть успешно усвоен студентами за относительно короткий срок обучения.

С другой стороны, высокий теоретический уровень развития современной физики приводит к тому, что в ней все чаще используются методы, включающие элементы высшей математики. При этом разобраться в содержании физической теории иногда невозможно без знания соответствующего раздела математики. Так, например, уже в первой части курса общей физики при изложении начал классической механики преподаватель вуза вынужден широко использовать элементы дифференциального и интегрального исчисления. При этом априори считается, что студенты, только что поступившие в высшее учебное заведение, уже освоили понятия производной и интеграла в старших классах средней школы. Однако на практике это не соответствует действительности. В то же время курс математического анализа в первом семестре вузовского образования начинается с изложения развернутой теории пределов, включающего большое число доказательств различных теорем о существовании пределов. Таким образом, налицо возникновение методологического разрыва в преподавании математики и физики. Причем это обстоятельство обнажает важную «идеологическую» проблему, которую можно сформулировать в виде вопроса: с какой целью преподается математика студентам технических вузов?

В известной книге «Высшая математика для начинающих физиков и техников» Я. Б. Зельдович и И. М. Яглом на этот вопрос дают следующий ответ: «Математику можно учить для того, чтобы:

- успешно сдать экзамен;
- развить способность к абстрактному мышлению и логические навыки;
- овладеть современной вычислительной техникой;
- применять полученные знания к изучению реальных явлений в технике, физике, биологии...»

Далее авторы, проанализировав все четыре варианта, приходят к выводу, что главным основанием в преподавании математики будущим инженерам и физикам является последний пункт. Сами авторы об этом говорят следующее: «...необходимо скорейшим путем сообщить студентам необходимые для приложений сведения, не загромождая их излишними логическими тонкостями и не стремясь к максимальной общности и полной строгости... Другими словами, теоремы существования производной и интеграла на первом этапе изучения математического анализа не нужны (и даже вредны): оба эти понятия имеют естественный физический смысл, а значит, они существуют. Ведь было бы нелепо начинать изучение грамматики не с общих правил, а с исключений, или начинать изучение языка не с первоначального запаса слов, а с грамматики».

Справедливости ради следует заметить, что обозначенная проблема возникла не сейчас. В доказательство можно привести еще одну цитату, относящуюся к 50-м годам XX века и принадлежащую Л. Ландау: «...Мне кажется, что давно пора обучать физиков тому, что они сами считают нужным для себя, а не спасать их души вопреки их собственному желанию. <...> Я категорически считаю, что из математики, изучаемой физиками, должны быть полностью изгнаны всякие теоремы существования, слишком строгие доказательства и т. п.».

---

Таким образом, между математиками и физиками существуют значительные расхождения, прежде всего в целях преподавания и усвоения курса математики в техническом вузе.

Для иллюстрации сказанного проведем краткое сравнение содержания курсов математики и общей физики, изучаемых во многих технических вузах. (Автор отдает себе отчет в том, что в разных вузах рабочие программы одной и той же дисциплины могут отличаться, однако эти различия являются незначительными и не являются основополагающими.)

Как отмечалось, обучение физике начинается с классической механики, в которой уже с первого занятия необходимо использовать понятия производной и интеграла, как правило, функции одной переменной. В то же время, прежде всего при решении задач, приходится применять указанные математические операции к функциям нескольких переменных.

В курсе же математики в начале первого семестра очень подробно изучают матрицы, затем векторный анализ, аналитическую геометрию на плоскости, кривые второго порядка, стереометрию и т. д. К понятию производной математики подходят лишь в конце первого семестра. До этого они подробно рассматривают теорию пределов и доказывают большое количество теорем о существовании предела, непрерывности функции и существовании производной. Не лишним будет напомнить, что с функциями, обладающими разрывами, студенты в курсе общей физики встречаются, пожалуй, только при изучении фазовых переходов.

Еще одна проблема заключается в том, что некоторые разделы математики учащиеся изучают в средней школе на протяжении пятого, шестого класса (речь идет о простых и десятичных дробях и правилах работы с ними), а полученные математические знания в физике начинают применять гораздо позже при решении задач. По этой причине школьники просто теряют навыки работы с дробями. В то же время решение практически любой физической задачи требует умения грамотно провести математические преобразования с дробями. Поэтому как школьники, так и студенты нередко не могут довести решение физической задачи до логического завершения, то есть до получения ответа в общем и численном виде.

В разделе «Классическая механика» физикам приходится рассматривать простейшие дифференциальные уравнения как первого, так и второго порядка. Без этих уравнений невозможно объяснить второй закон Ньютона, кинематические уравнения равнопеременного движения, уравнения различного рода колебаний и т. д.

В свою очередь, математики переходят к дифференциальным уравнениям первого порядка только в начале второго семестра, а дифференциальные уравнения второго порядка рассматривают или в конце третьего, или в четвертом семестре в рамках уравнений математической физики. В итоге в течение первого и второго семестра физики вынуждены тратить значительное время на изложение краткой информации о дифференциальных уравнениях второго порядка, в том числе в частных производных. Это объясняется тем, что именно в течение этих семестров рассматривается теория колебаний и явлений переноса в рамках молекулярно-кинетической теории.

Ситуация еще больше усложняется, когда студенты начинают изучение третьего раздела курса общей физики — «Электродинамика и электромагнитные волны». Здесь преподаватели физики вынуждены привлекать фактически все элементы высшей математики, встречающиеся в курсе физики. Кратко можно напомнить о следующих: дифференциаль-

---

ные операторы (дивергенция, ротор, градиент, оператор Лапласа); интегралы по объему и поверхности; линейный интеграл. Перечисленные математические вопросы излагаются в курсе математики лишь в конце третьего и начале четвертого семестра. В середине того же четвертого семестра рабочей программой математики предусмотрено изучение рядов Фурье, хотя физики используют эту информацию при рассмотрении спектрального разложения электромагнитных волн в конце третьего семестра.

Особо бросается в глаза несогласованность курсов математики и физики в отношении преподавания теории вероятности и элементов математической статистики. Дело в том, что без знания элементов теории вероятности студентам невозможно объяснить такие разделы физики, как «Функции распределения Максвелла и Больцмана», «Статистический смысл энтропии», которые изучаются, как правило, во втором семестре, а в некоторых случаях — даже в конце первого семестра. В то же время преподавание указанных разделов математики предусмотрено лишь во второй половине четвертого семестра. В дополнение к сказанному отметим, что без элементов математической статистики очень трудно объяснить теорию погрешностей, с которой студенты сталкиваются уже в самом начале первого курса, когда им приходится выполнять первые лабораторные работы физического практикума.

Кстати, уже при изучении теории погрешностей преподаватель физики вынужден тратить значительный объем времени на объяснение понятия частной производной, поскольку без него невозможно вычислить ни одну погрешность косвенных измерений.

Упомянутый «разрыв» в преподавании математики и физики усугубляется принципиальным отличием в языке этих дисциплин, выражающимся в различных принципах их построения и системе используемых обозначений, понятий и определений. В итоге студенты, обладающие неплохими знаниями в области математики, зачастую с большим трудом способны применить их на практике в других дисциплинах, таких как физика или химия. Так, например, функция одной переменной, которая в курсе математики, как правило, обозначается как  $y = f(x)$ , оказывается абсолютно «неузнаваемой» студентами в записи вида  $S = f(t)$  или  $I = \sigma(U)$ . Не меньшие трудности возникают у учащихся при построении графиков каких-либо физических закономерностей. Например, предложение построить график зависимости показателя преломления воздуха от давления, выражаемой формулой  $n - 1 = \alpha p$ , очень часто ставит студента в «тупик». В то же время он легко справляется с задачей, если формулу представить в других обозначениях:  $y - 1 = ax$  или  $y = 1 + ax$ . Во многом это объясняется серьезным недостатком в подготовке выпускников средних школ — формализмом знаний и неумением применять их при решении физических задач.

Также стоит упомянуть тот факт, что математика является сугубо абстрактной наукой, аппарат которой в неизменном виде применим в любой области знаний. Об этом П. Л. Капица высказался следующим образом: «Для физика, в отличие от математика, как параметры, так и переменные величины в математическом уравнении должны являться конкретными количествами». Это приводит к тому, что студенты, пользуясь полученными математическими знаниями, не способны адекватно применить их при решении конкретных физических задач. Любой преподаватель физики, имеющий достаточный педагогический опыт, сразу вспомнит не менее дюжины «комичных» результатов, полученных учащимися при числовом решении физических задач. Причем эти ответы будут справедливы с математической точки зрения и окажутся абсолютно абсурдными в физическом смысле.

---

Например, «радиус планеты — 30 см»; «велосипедист за 2 часа проехал расстояние, равное 50 см» и т. п.

Другая проблема связана с повсеместным использованием учащимися современных вычислительных средств (микро-ЭВМ, калькуляторов и т. п.). В этих обстоятельствах многие школьники и студенты (даже старших курсов) теряют способность критически относиться к числам, получаемым в качестве результата на экранах вычислительных устройств. При этом они игнорируют тот факт, что результат расчетов с помощью ЭВМ зависит от того, с помощью какого вычислительного алгоритма получен ответ, а также — что все физические величины имеют собственные погрешности.

Возникает закономерный вопрос — как исправить сложившуюся ситуацию и, цитируя академика С. И. Новикова, «...дать возможность будущему физику (химику, инженеру и др.) использовать в своей работе математику, освоив ее методы без полных логических обоснований, рассматривая ее как раздел естествознания и решая большее число конкретных задач».

Поэтому, не удовлетворяясь существующей учебной литературой по математике, написанной самими математиками, физики неоднократно создавали пособия по математике для естествоиспытателей, в которых они стремились отразить свои представления о том, как нужно естествоиспытателю пользоваться математическим аппаратом и каким простейшим способом освоить те методы, которые прежде всего ему могут пригодиться. Среди таких авторов можно упомянуть Нобелевских лауреатов Вальтера Нернста, Сванте Аррениуса, Генрика Антона Лоренца. Однако эти книги являются полноценными учебниками по математике и не могут быть рекомендованы в качестве подспорья, когда учащемуся необходимо быстро найти или восстановить в памяти необходимые математические законы и формулы.

Исправить сложившуюся ситуацию могли бы сборники задач по физике, в которых, как правило, приводится справочная информация по математике. Но именно краткость изложения этой информации делает ее малопригодной для практических нужд, особенно в том случае, когда студент имеет значительные пробелы знаний в каких-либо областях математики.

В результате среди всего многообразия изданной по физике литературы можно перечислить лишь несколько книг, которые могли бы кардинально помочь в решении рассмотренных ранее проблем. На взгляд автора, среди этих книг следует особо отметить следующие:

1. *Аленицын А. Г., Бутиков Е. И., Кондратьев А. С.* Краткий физико-математический справочник;
2. *Зельдович Я. Б.* Высшая математика для начинающих и ее приложение к физике;
3. *Зельдович Я. Б., Яглом И. М.* Высшая математика для начинающих физиков и техников;
4. *Маделунг Э.* Математический аппарат физики;
5. *Смирнов В. И.* Курс высшей математики. Т. 1, 2.

Однако большинство книг из этого перечня являются прежде всего учебниками по математике, в которых лишь иногда, в качестве иллюстрации, приводятся физические примеры и задачи. Книга А. Г. Аленицына и др., как следует из названия, по своей сути является справочником. Причем она разделена на две части: математическую, содержащую краткие сведения из алгебры, математического анализа, высшей математики, теории вероятности, и физическую часть, включающую перечень основных физических законов, встречающихся в курсе «Общая физика».

---

В заключение можно вспомнить слова академика Я. Б. Зельдовича: «Высшая математика должна превратиться из сухого и трудного предмета в комплекс ясных и естественных представлений, открывающих прямой путь к изучению физики, химии, инженерно-технических дисциплин».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аленицын А. Г., Бутиков Е. И., Кондратьев А. С.* Краткий физико-математический справочник. СПб.: Специальная лит., 1977. 437 с.
2. *Зельдович Я. Б.* Высшая математика для начинающих и ее приложения к физике. М.: Физматгиз, 1963. 560 с.
3. *Зельдович Я. Б., Мышкис А. Д.* Элементы прикладной математики. М.: Наука, 1972. 592 с.
4. *Зельдович Я. Б., Яглом И. М.* Высшая математика для начинающих физиков и техников. М.: Наука, 1982. 512 с.

#### REFERENCES

1. *Alenicyn A. G., Butikov E. I., Kondrat'ev A. S.* Kratkij fiziko-matematicheskij spravocchnik. SPb.: Special'naja lit., 1977. 437 s.
2. *Zel'dovich Ja. B.* Vysshaja matematika dlja nachinajuwih i ee prilozhenija k fizike. M.: Fizmatgiz, 1963. 560 s.
3. *Zel'dovich Ja. B., Myshkis A. D.* Jelementy prikladnoj matematiki. M.: Nauka, 1972. 592 s.
4. *Zel'dovich Ja. B., Jaglom I. M.* Vysshaja matematika dlja nachinajuwih fizikov i tehnikov. M.: Nauka, 1982. 512 s.